



मनोविकास प्रकाशन

ऊर्जेची कमतरता भासण्याच्या  
आजच्या काळात 'खनिज तेलाचा  
साठा किती काळ पुरेल?'  
हा एक महत्त्वाचा प्रश्न सर्वांनाच  
भेडसावतो. खनिज तेल म्हणजे काय?  
ते इतके महत्त्वाचे का आहे?  
ते कसे निर्माण झाले?

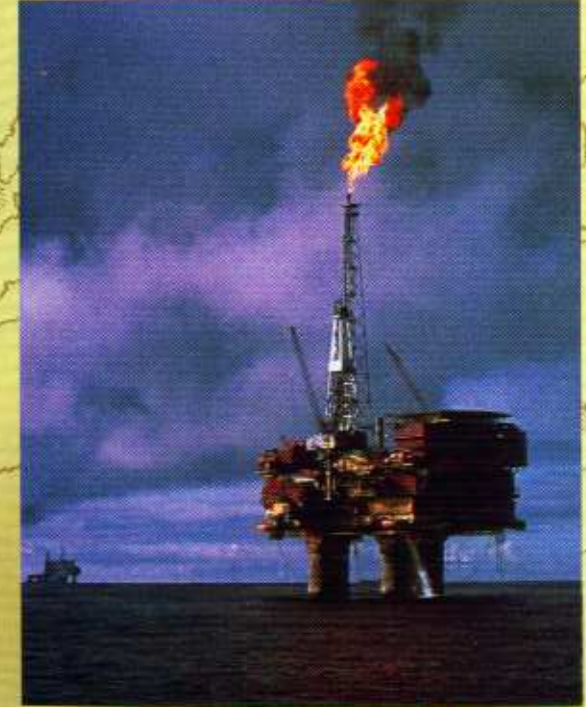
आपल्याला त्याची माहिती कशी झाली?  
तेलाच्या विहिरी कोरण्या झाल्यास  
काय करता येईल? हे व घासाखे  
अनेक प्रश्न जिज्ञासूपुढे उभे ठाकतात.  
या सर्वांची उत्तरे  
आयझॅक आसिमोव्ह  
सोप्या शब्दांत देतात.



शो धां च्या क था

# खनिज तेल

आयझॅक आसिमोव्ह



अनुवाद-सुजाता गोडबोले

शोधंच्या कथा

खनिजतेल

आयझॅक आसिमॉव्ह  
अनुवाद: सुजाता गोडबोले



मनोविकास प्रकाशन

शोधांच्या कथा  
खनिजतेल

Shodhanchya katha  
Khanij tel

प्रकाशक

अरविंद घनश्याम पाटकर,

मनोविकास प्रकाशन,

फ्लॉट नं. ३ ए,

३ रा मजला, शक्ती टॉवर,

६७२ नारायण पेठ,

पुणे - ४११०३०

पुणे फोन : ०२०-६५२६२९५०

मुंबई फोन : ०२२-६४५०३२५३

E-mail-manovikaspublishation@gmail.com

© हक्क सुरक्षित

मुखपृष्ठ

गिरीश सहस्रबुद्धे

प्रथम आवृत्ती

२८ फेब्रुवारी २००८

अक्षरजुळणी

सौ. भाग्यश्री सहस्रबुद्धे, पुणे.

मुद्रक

श्री बालाजी एंटरप्राईझेस, पुणे

मूल्य

रुपये ३५

अनुक्रमणिका

- १ | खनिजतेल  
कसे तयार झाले ?-४
- २ | सुरुवातीच्या काळातील  
खनिजतेलाचा उपयोग-१०
- ३ | खनिजतेलाचे  
ज्वलन-१९
- ४ | खनिजतेलाचे  
नवे महत्त्व-३१
- ५ | खनिजतेलाचे  
भविष्य-३८

## १ | खनिजतेल कसे तयार झाले ?

अनेक कोटी वर्षांपूर्वी समुद्रात साधी जीवरचना असणारे प्राणी राहत असत. त्या काळी मासे, (कॉड किंवा देवमासे), खेकडे यापैकीही काही नव्हते, पण एकपेशीय वनस्पती आणि प्राणी मात्र खूप मोठ्या प्रमाणात होते.

या एकपेशीय प्राण्यांत आपल्या शरीरात असतात त्याप्रमाणेच चरबी आणि तेलकट पदार्थ होते. चरबी आणि तेल हे कर्ब (कार्बन), हायड्रोजन आणि प्राणवायू (ऑक्सिजन) या तीन प्रकारच्या अणुपासून बनलेले असते.

यापैकी बरेचसे अणू एकमेकांना चिकटून त्यांची जी छोटीशी रचना बनते त्याला आपण रेणू (मॉलिक्यूल) असे म्हणतो. चरबी किंवा तेलाचा रेणू हा कार्बनच्या अणूंच्या साखळीतून तयार होतो. ही साखळी कमीत कमी चार रेणूंची किंवा जास्तीत जास्त चोवीस रेणूंची देखील असू शकते. कार्बनच्या प्रत्येक अणूला हायड्रोजनचे अणू चिकटलेले असतात, हायड्रोजनचे अणू कार्बनच्या अणूंच्या दुप्पट असतात. साखळीच्या एका टोकाला प्राणवायूचे दोन अणू असतात.

लहानसा एकपेशीय जीव जर दुसऱ्याने खाव्या, तर तो पचून जातो. त्याचे रेणू वेगळे केले जातात आणि ते काहीशा वेगळ्या रचनेने परत एकत्र बांधले जातात. अशा तऱ्हेने चरबीचे नवे रेणू तयार होतात.

काही वेळा एक पेशीय जीव कोणी न खातादेखील मरून जातो, मग त्याचे अवशेष कोणीतरी खाऊन टाकतो.

बहुतेक वेळा रेणूंची रचना मोडून परत बनवली जाते. जीव दुसऱ्या

जिवाचे भक्षण करतात अगर ते कोणाचे तरी भक्ष्य बनतात, काही जिवंत राहतात तर काही मरण पावतात. पण तेच अणू मात्र परत परत वापरले जातात.

जेव्हा एखादी पेशी मरण पावते आणि उथळ समुद्राच्या तळाशी वाहत जाते, तेव्हा कधी कधी इतर कोणी खाण्यापूर्वी जर तिच्यावर वाळू येऊन पडली, तर ती तशीच पडून राहते. अशा परिस्थितीत देखील रेणूंचे विघटन होऊन ते परत बांधले जातात पण अर्थातच हे खूप संथगतीने घडते. उष्णतेने, दाब पडल्यामुळे किंवा वाळूतील रासायनिक प्रक्रियेमुळे हे बदल घडून येतात. परंतु जिवंत प्राण्यांचा संबंध असताना होणाऱ्या बदलांचे स्वरूप अशा प्रकारच्या बदलांपेक्षा निराळे असते.

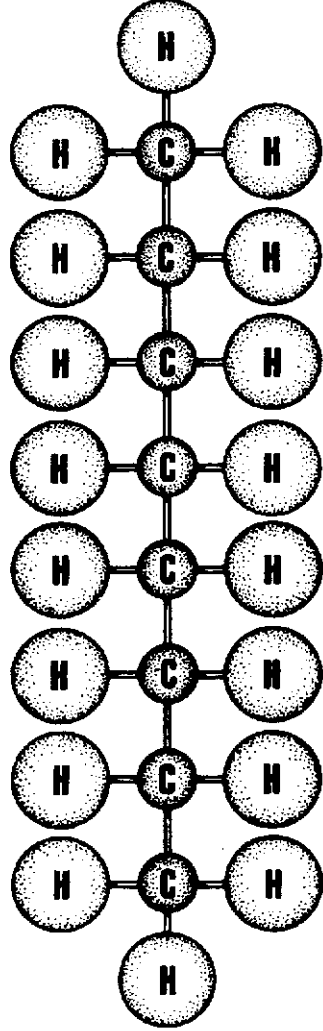
चरबीच्या रेणूशी संबंधित असा आणखीही एक बदल होतो. रेणूच्या साखळीच्या एका टोकाचे प्राणवायूचे दोन अणू साखळीतून निखळतात. कार्बनच्या या साखळीत फक्त हायड्रोजनचे अणूच चिकटून राहतात. केवळ कार्बन आणि हायड्रोजनच्या अणूपासून बनलेल्या या नव्या पदार्थाच्या रेणूंना 'हायड्रोकार्बन' असे म्हणतात.

कार्बनच्या काही साखळ्या तुटतात व केवळ तीनच कार्बनच्या अणूंचा रेणू, अथवा केवळ दोन नाहीतर एकच कार्बनचा अणू असणारे रेणू राहतात; तर कार्बनच्या काही साखळ्या एकमेकांना जोडल्या जाऊन नेहमीपेक्षा पुष्कळच लांब बनतात.

तसेच दुसरीकडून आलेले रेणूंचे तुकडेही असतातच. उदाहरणार्थ, कार्बनच्या अणूंची वर्तुळेही असतात. क्वचित प्रसंगी, नायट्रोजन व सल्फर म्हणजे गंधकाचे अणूही असतात. पण बहुतेक वेळा, वाळूत पुरल्या गेलेल्या पेशींचे अनेक, खूपच गुंतागुंतीच्या वेगवेगळ्या हायड्रोकार्बनच्या रेणूत रूपांतर होते.

या वेगवेगळ्या हायड्रोकार्बनच्या रेणूंचे गुणधर्म हे मुख्यतः कार्बनच्या

## हायड्रोकार्बन रेणु - ऑक्टेन



६ । शोधांच्या कथा । खनिजतेल

साखळीच्या लांबीवर अवलंबून असतात. जेव्हा एका रेणूत एक ते चारपर्यंतच कार्बनचे अणू असतात, तेव्हा त्यांच्यापासून वायू (गॅस) तयार होतो. तो जर एखाद्या उघड्या बाटलीत ठेवला, तर हवेसारखाच दिसेल. बाटलीतून तो बाहेर पडेल आणि हवेत मिसळून जाईल.

कार्बनच्या पाचहून अधिक अणूंच्या साखळ्यातील रेणू द्रवरूपात असतात. ते द्रव जर बाटलीत ठेवले, तर पाण्यासारखेच दिसेल. (अर्थात ते पाणी नसेल. त्याचा वास निराळा असेल आणि त्याचे गुणधर्मही वेगळे असतील.)

हायड्रोकार्बनच्या काही द्रवरूपांची फार चटकन वाफ होते. म्हणजे ते जर एका बशीत ठेवले, तर त्याची वाफ होईल. त्या द्रवाचे वायूत रूपांतर होऊन ते हवेत मिसळून जाईल. त्या द्रवाला जर काळजीपूर्वक हलकी आच दिली, तर त्याचे अधिक गतीने वायूत रूपांतर होईल.

कार्बनची साखळी जितकी लांब असेल, तितके द्रवाचे वाफेत रूपांतर होण्यास अधिक वेळ लागेल आणि हे रूपांतर जलदगतीने होण्यासाठी ते अधिक तापवावे लागेल.

द्रवरूप हायड्रोकार्बन तापवल्यास, एका विशिष्ट तापमानाला ते उकळू लागते, त्याला त्याचा 'उत्कलन बिंदू' असे म्हणतात.

कार्बनची साखळी जेवढी लांब, तेवढा उत्कलन बिंदू अधिक असतो. अगदी आखूड साखळ्या असतील, तर त्यांचा उत्कलन बिंदू इतका कमी असतो, की वातावरण जरी पाणी गोठेल इतके थंड असले, तरीही त्यात हे द्रव उकळू लागते. म्हणूनच आखूड साखळ्या असलेला हायड्रोकार्बन वायुरूपात असतो. कारण तो अगोदरच उत्कलन बिंदूला पोचलेला असतो.

खूप लांब साखळ्या असलेला हायड्रोकार्बन द्रवरूपदेखील नसतो. तो मऊ व तेलकट अशा घन स्वरूपात असतो आणि बहुतेक वेळा काळ्या रंगाचा आणि चिकट असतो. हा मऊ लगदा जर तापवला, तर तो वितळतो आणि द्रवरूप होतो.

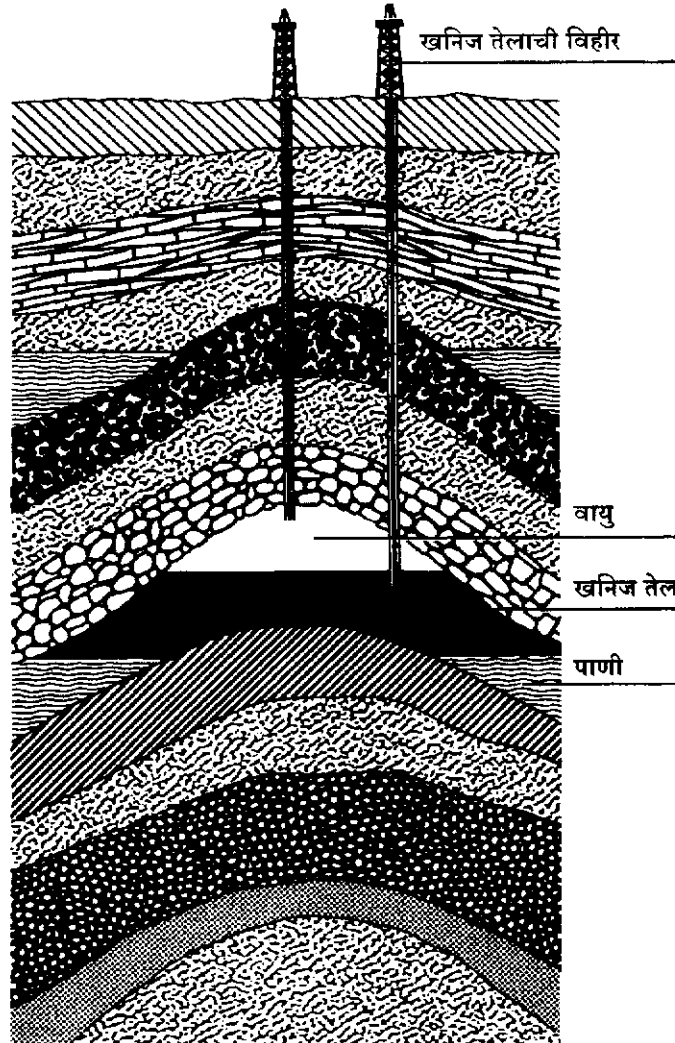
ते द्रव जर आणखी तापवले तर ते उकळून वायुरूप होईल अशी तुमची कल्पना असेल. वास्तविक पाहता, तापवल्यावर हायड्रोकार्बनच्या खूप मोठ्या साखळ्या तुटून त्यांचे लहान लहान तुकडे होतात. त्याचे रेणु तुटतात (क्रॅक) असे म्हणूया.

जेव्हा एकपेशीय जिवांचे दगड व वाळूखाली पुरले गेल्याने हायड्रोकार्बनमध्ये रूपांतर होते, तेव्हा याचे घनरूप, द्रवरूप आणि वायुरूप अशा प्रकारचे खूप गुंतागुंतीचे मिश्रण तयार होते.

हे मिश्रण दगड-माती व वाळू यांच्याखाली खूप खोलवर पुरले जाते. दगड-माती व वाळूचा जो थर बनतो, त्याला 'जम बसणे' या अर्थाच्या एका लॅटिन शब्दावरून 'सेडिमेंट' असे म्हणतात. हा थर

शोधांच्या कथा । खनिजतेल । ७

## दाबाच्या खडकांचे स्तर व तेलसाठा



८ | शोधांच्या कथा | खनिजतेल

जसजसा वाढत जातो, तसे याच्या वजनाने खालचे द्रव्य एकमेकाला चिकटून हा 'थरांचा किंवा गाळाचा खडक' (सेडिमेंटरी रॉक) बनतो.

हा खडक, बहुधा समुद्रकिनाऱ्याजवळ, समुद्राच्या उथळ भागात पाण्याखाली बनतो. जशी अनेक वर्षे जातात, तसा हा उथळ समुद्रतळ हळूहळू वर येऊन आणि त्यातील समुद्राचे पाणी सुकून जाऊन हे गाळाचे, थरांचे खडक कोरड्या जमिनीवर दिसू शकतात; पण त्यातील हायड्रोजन व कार्बनचे संयुग म्हणजेच हायड्रोकार्बन मात्र तसाच टिकून राहिलेला असतो.

हायड्रोकार्बनच्या या मिश्रणाला हात लावला असता, ते तेलकट, चिकट लागते, म्हणून याला तेल असे म्हटले जाते. इतर काही वनस्पतींमध्ये आणि प्राण्यांतही असे तेलकट पदार्थ असतात, उदाहरणार्थ, ऑलिव्हचे तेल किंवा कोंबडीची चरबी. या वेगवेगळ्या तेलातील फरक लक्षात यावा म्हणून, खडकांच्या थरात सापडणाऱ्या या हायड्रोकार्बनच्या मिश्रणाला खनिज तेल (रॉक ऑइल) असे नाव देण्यात आले. (अर्थात, हे खनिज तेल मुळात जिवाणूंपासूनच बनले, पण सुरुवातीला ते माहित नव्हते.)

खनिजतेल किंवा रॉक ऑइल या ऐवजी आपण 'पेट्रोलियम' असेही म्हणतो, या लॅटिन शब्दाचा अर्थही 'रॉक ऑइल' असाच आहे.

अलीकडे मात्र बऱ्याच वेळा आपण फक्त 'तेल' असेच म्हणतो. खनिजतेल हे आपल्यासाठी इतके महत्त्वाचे आहे की नुसते 'तेल' असे जरी म्हटले, तरी आपण कशाबद्दल बोलत आहोत ते आपल्याला समजते. आपण काही ऑलिव्हचे तेल किंवा कोंबडीच्या चरबीबद्दल बोलत नसतो.

## २ | सुरुवातीच्या काळातील खनिजतेलाचा उपयोग

खनिजतेल ज्या खडकात सापडते, ते वाळू आणि दगड मातीच्या इतक्या सूक्ष्म कणांनी बनलेले असतात, की त्यात हवेची सूक्ष्म छिद्रे राहिलेली असतात. हे खडक जेव्हा पाण्याखाली असतात, तेव्हा यात पाणी भरले जाते.

हे खडक जेव्हा कोरड्या जमिनीवर असतात तेव्हाही ते बऱ्याच वेळा पृष्ठभागाच्या बरेच खाली म्हणजे पाण्यातच असतात. (जमिनीच्या पृष्ठभागाखाली कुठेतरी बहुधा पाणी असतेच. म्हणूनच पिण्याच्या पाण्यासाठी विहिरी खणतात.) याचा अर्थ, कोरड्या जमिनीवर देखील थरांच्या खडकातील सूक्ष्म छिद्रात पाणी असू शकते.

जर तेल असेल, तर तेही या सूक्ष्म छिद्रात जमू शकते. तेल पाण्यापेक्षा हलके असल्यामुळे ते त्यावर तरंगते. जर खडकात अधिकाधिक पाणी शोषले गेले, तर तेल हळू- हळू वर वर ढकलले जाते. अखेर हे तेल पृष्ठभागापर्यंत पोचू शकते.

तसे झाले की हायड्रोकार्बनच्या मिश्रणातील वायू वर येऊन हवेत मिसळून जातो. द्रवाची वाफ होते आणि ती ही हवेत मिसळते. काळ्या रंगाचा चिकट, मऊ लगदा तेवढा मागे राहतो.

इराणच्या आखाताभोवतालच्या प्रदेशात, मध्य पूर्वेत असे मागे राहिलेले घन स्वरूपातील खनिज तेल बऱ्याच ठिकाणी सहज सापडते. या चिकट काळ्या लगद्याला अनेक नावे आहेत.

त्यापैकी एक आहे डांबर (अॅस्फाल्ट). मृत समुद्राच्या (डेड सी) किनाऱ्याजवळच्या भागात हे इतक्या मुबलक प्रमाणात उपलब्ध होते

की प्राचीन रोमच्या लोकांनी याला 'अॅस्फाल्ट सरोवर' (लेक अॅस्फाल्टाइड्स) असेच नाव दिले होते. 'बिटुमेन' हे याचे दुसरे नाव. परंतु सर्वाधिक वापरले जाणारे नाव म्हणजे 'पिच' (pitch) म्हणजे एक प्रकारचे डांबरच.

मध्य पूर्वेत राहणाऱ्या प्राचीन लोकांनी या 'पिच'चा अनेक कामांसाठी उपयोग केला. ते चिकट होते; पाण्यात मिसळले जात नव्हते; त्यात पाणी झिरपू शकत नसे. जर लाकडी वस्तूवर ते पसरले तर त्याच कारणाने ती वस्तू जलावरोधक बनत असे.

म्हणून जहाज बांधणीसाठी ते फारच महत्त्वाचे होते. जहाज बांधताना दोन फळ्यांच्या मधे त्याचा वापर केला जाई, म्हणजे त्यात पाणी गळणार नाही. बायबलमध्येही याचा उल्लेख आहे. देवाने जेव्हा नोआला जहाज बांधण्याच्या सूचना दिल्या, तेव्हा 'आतून आणि बाहेरून डांबर (पिच) लाव' असे सांगितले.

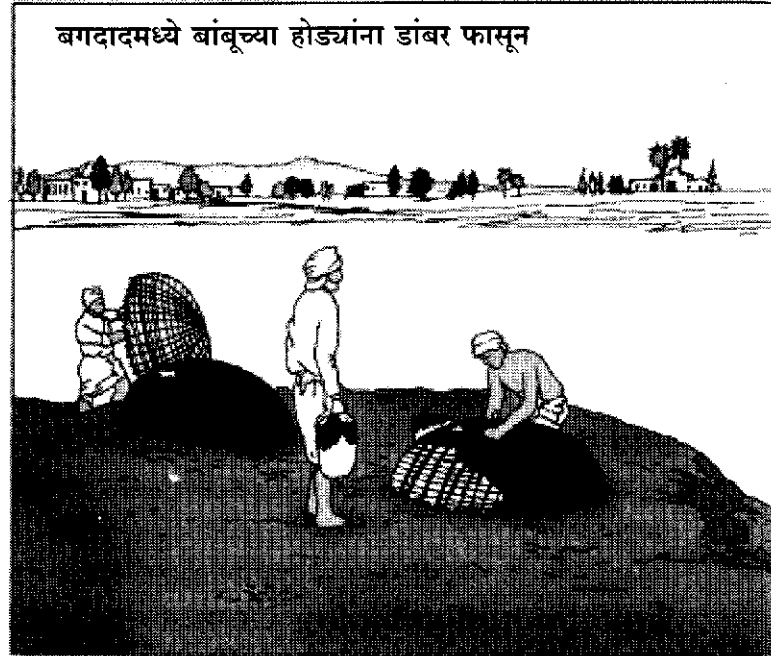
त्यानंतर, मोझेसचा जन्म झाला तेव्हा त्याच्या आईला त्याला लपवून ठेवावे लागले, कारण इझ्राइलमधील सर्व मुलगांची हत्या करण्याचा राजाचा हुकूम होता. म्हणून मोझेसच्या आईने एक प्रकारच्या बांबूची छोटीशी नाव तयार केली होती.

तिने बांबू विणून केलेल्या छोट्या टोपलीसारख्या बोटीत बाळाला ठेवले आणि इजिप्तमधल्या एखाद्या नागरिकाला ती सापडेल आणि तो मोझेसला वाचवेल, या आशेने ती नदीत सोडून दिली. ती होडी जर केवळ बांबू विणूनच बनवलेली असती, तर त्यात पाणी झिरपून ती बुडून गेली असती. म्हणून तिने त्या टोपलीला डांबर फासले, म्हणजे ती जलरोधक होईल.

या डांबराचे आणखीही काही उपयोग होते. प्राचीन लोक जवळपासच्या नद्यांचे पाणी आपल्या शेतांना देत असत. त्यामुळे

पावसाला एखादे वेळी उशीर झाला तरीदेखील पिकांची वाढ होत असे. हे पाणी आणण्यासाठी ते चरांचा (म्हणजे एक प्रकारचे कालवेच) वापर करत असत. जर सर्व पाणी चरातच जिरले तर त्याचा काहीच उपयोग होणार नाही. बॅबिलोनियातील प्राचीन लोक या चरांना डांबरात मिसळलेल्या बांबू व वाळू यांचा थर आतून देत असत. त्याने हे चर जलरोधक बनत असत.

कधी कधी नद्यांच्या काठावर उंच 'बांध' बांधत, म्हणजे पावसाळ्यात पुराने नदीची पातळी जरी वाढली तरी आजूबाजूच्या प्रदेशात ते पाणी पसरणार नाही. यासाठी वाळू रचली जाई, पण काही काळाने त्यातूनही पाणी झिरपे. या वाळूत जर डांबर मिसळले तर त्यामुळे वाळू



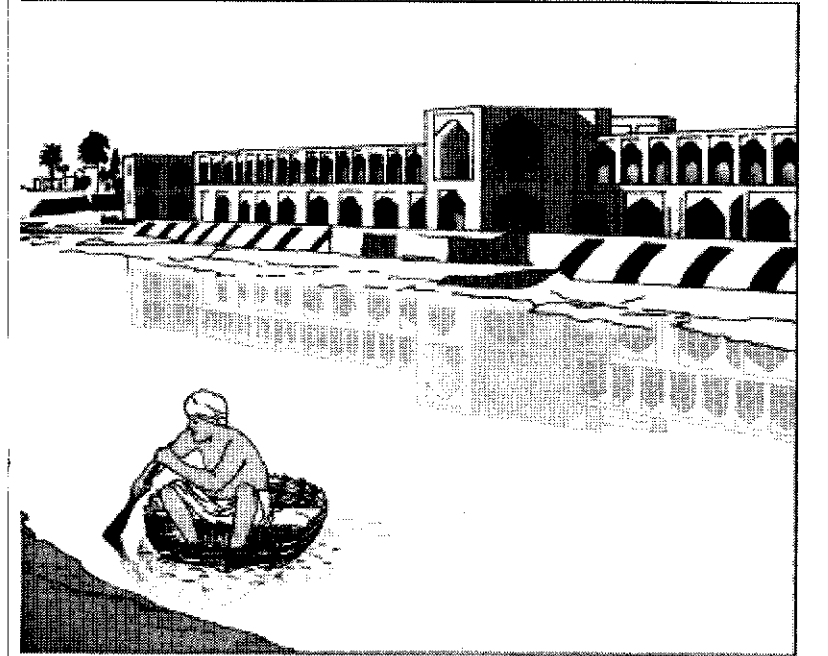
१२ । शोधांच्या कथा । खनिजतेल

चिकटून एकत्र तर राहत असेच शिवाय त्यातून पाणीही झिरपत नसे.

विटा एकत्र राखण्यासाठी, एक प्रकारचे सिमेंट म्हणूनही डांबराचा उपयोग होई. धातूची पाती हत्याराच्या दांड्याला जोडण्यासाठी, भिंतीवर टाइल्स चिकटवण्यासाठी आणि अशाच प्रकारच्या इतर काही कामांसाठीही डांबर वापरले जाई.

डांबराचा अशा प्रकारे आधुनिक काळापर्यंतही वापर केला जाई. युरोपमधील दर्यावर्दी खलाशी जेव्हा १५ व्या आणि १६ व्या शतकात जगप्रवास करू लागले, तेव्हा जगातील अनेक ठिकाणी त्यांना हे डांबर आढळले.

क्यूबा, पूर्व मेक्सिको, दक्षिण अमेरिकेचा पश्चिम किनारा या सर्व



शोधांच्या कथा । खनिजतेल । १३



ठिकाणी डांबर होते. इ.स. १६०० च्या सुमारास, सर वॉल्टर रॅले याला, दक्षिण अमेरिकेच्या उत्तरेला, त्रिनिदाद बेटावर डांबराच्या एका मोठ्या तळ्याचा शोध लागला. इंडोनेशियातील बेटांवर व न्यूयॉर्क आणि पेनसिल्वानियातील अमेरिकेच्या वसाहतींतही डांबर झिरपलेले आढळले.

हे सर्व शोध फार मूल्यवान मानले जात, कारण हे संशोधक आपल्या बोटीची गळती थांबवण्यासाठी, नोआला जसे सांगितले होते त्याप्रमाणे, आपल्या बोटीच्या सांध्यांवर डांबर लिंपू शकत.

काही वेळा डांबराचा औषधासाठीही उपयोग केला जात असे. यातील पातळ, मऊ द्रव दुखऱ्या भागावर लेपासारखे लावले जात असे. त्याने कदाचित थोडासा फायदा होतही असेल. निदान त्यामुळे किडे तरी लांब राहत असतील.

हे रेचक असल्याने काही वेळा ते पोटातही घेतले जाई. आजही काही वेळा ते याप्रकारे घेतले जाते, पण यासाठी आजकाल खनिजतेलावर खूपच काळजीपूर्वक प्रक्रिया केली जाते. पेट्रोलियमपासून एक प्रकारचा अतिशय शुद्ध, पारदर्शक द्रवपदार्थ काढला जातो त्याला 'खनिजद्रव्ययुक्त तेल' (मिनरल ऑइल) असे म्हणतात.

हायड्रोकार्बनच्या रेणूंचा हवेतील प्राणवायूशी संयोग होतो. दुसऱ्या शब्दात सांगायचं तर ते जळते. हायड्रोकार्बनच्या रेणूतील हायड्रोजनच्या अणूंचे प्राणवायूच्या अणूशी संयुग होऊन पाण्याचे रेणू तयार होतील. कार्बनच्या अणूंचे आणि प्राणवायूचे संयुग बनून कर्बद्विप्राणील वायूचे (कार्बन डायॉक्साइड) रेणू बनतील. अशा संयुगातून उष्णता निर्माण होते. वायूंचे हे मिश्रण इतके गरम होते की त्यातून प्रकाश बाहेर पडून ते चमकू लागते. हवेच्या प्रवाहाने हे चमकणारे मिश्रण इकडे तिकडे उडू लागते आणि त्यालाच आपण अग्नी अथवा आग असे म्हणतो.

वायुस्वरूपातील हायड्रोकार्बन सहजपणे हवेत मिसळतो आणि

चटकन पेट घेऊ शकतो. तो सहजपणे जळतही राहू शकतो.

द्रवस्वरूपातील हायड्रोकार्बनमधून वाफा येत असतील तर त्याचेही अशाच पद्धतीने ज्वलन होईल. वाफा हवेत मिसळतात आणि जर त्यांनी पेट घेतला, तर त्याही जळत राहतात. या ज्वलनाच्या धर्मीने द्रवही गरम होते आणि त्यातून आणखी वाफा येतात आणि ते अधिक जलदगतीने जळते. हायड्रोकार्बनची साखळी जितकी लहान असेल, तितक्या त्यातून अधिक प्रमाणात वाफा निघतील किंवा जर ते वायुस्वरूपातच असेल, तर ते अधिक लवकर जळेल.

वास्तविक पाहता, हायड्रोकार्बन नको इतक्या लवकर जळतात. हे ज्वलन अचानक जलद होते आणि वायू अथवा वाफेचा मोठ्या प्रमाणात हवेशी संपर्क येऊन त्यामुळे 'स्फोट' होतो.

खनिजतेल जळते याचा शोध कसा लागला?

बहुधा ते योगायोगानेच समजले असेल. मध्य पूर्वेतील काही ठिकाणी खनिजतेलाची बाहेर गळती झाल्यामुळे त्यातून हायड्रोजन वायू निर्माण झाला असणार. जर अशा एखाद्या ठिकाणाजवळच जर कोणी शेकोटी पेटवली असेल, तर जमिनीतून निघणाऱ्या ज्वाळा आणि स्फोट पाहून ते नक्कीच दचकले असतील.

महत्त्वाचे म्हणजे, या ज्वाळा न विझता, जळतच राहतील.

हे काहीतरी वेगळेच प्रकरण आहे असे कोणाच्याही लक्षात येईल. जेव्हा एखादी साधी शेकोटी पेटवतात, तेव्हा जर त्यात सारखे जळण घातले नाही तर ती विझून जाते. मग या जमिनीतून निघणाऱ्या ज्वाळा काही इंधन न घालतादेखील अनेक दिवस कशा काय जळत राहतात?

हा एक चमत्कारच वाटला असणार. कदाचित, बायबलमधल्या प्रचंड प्रमाणावरील स्थलांतराच्या पुस्तकातील (बुक ऑफ एक्झोडस) जळणाऱ्या झाडाची कथा ही अशाच एखाद्या ज्वाळा दिसण्याच्या

घटनेतून आली असणार.

इराणमधील प्राचीन लोकांनी, अशा प्रकारच्या 'चिरंतन अग्नी'ला (इटर्नल फायर) महत्त्वाचे स्थान असणारा एक धर्म विकसित केला. त्याच कारणासाठी इराणमधील प्राचीन (पर्शियन) लोकांना 'अग्नीचे उपासक' असेही म्हटले जाते.

याउलट, काही लोकांना या कायम जळणाऱ्या अग्नीची भीती वाटून हे सैतानाचे काम आहे असे वाटले असणार. पृथ्वीच्या पोटात कुठेतरी अग्नीचे साम्राज्य असणार आणि कधीतरी त्यातूनच काही भाग पृष्ठभागावर बाहेर पडत असणार असेही त्यांना वाटणे सहज शक्य होते. यात भर म्हणजे ज्वालामुखी (यातही पृथ्वीच्या खोलवरच्या अंतरंगातूनच अग्नी बाहेर पडताना दिसतो). या दोन्हीमुळेच जमिनीखाली नरक आहे आणि त्यात मृतात्म्यांचा छळ केला जातो, अशी लोकांची खात्री पटली असणार.

कधी कधी या काळ्या डांबरासारख्या पदार्थातून पारदर्शक द्रव मिळे आणि ते ही सहज जळत असे. इराणी लोक त्याला द्रव या अर्थाने 'नेफ्ट' (neft) असे म्हणत असत. ग्रीक लोकांनी त्यावरून 'नॅफ्था' असा शब्द बनवला.

लोकांना अशा जळणाऱ्या द्रवाची सवय होती, पण ते सजीवांपासून मिळालेले असे. उदाहरणार्थ, वनस्पतींपासून मिळणारी तेले दिव्यात घातली जात. एखाद्या जाड दोरीचा तुकडा म्हणजे 'वात' या तेलात बुडवलेली असे; नाहीतर लहानशा किटलीसारख्या भांड्यात तेल घालून वात त्याच्या चोचीतून बाहेर काढलेली असे. वात तेलात चांगली भिजत असे. वात पेटवली की त्या धगीमुळे तेलाची वाफ होई. वाफ जळताना त्यातून चमकणारी ज्योत निघे. वातीत आणखी तेल घेऊन त्याची वाफ होई, आणि अशा तऱ्हेने सर्व तेल संपेपर्यंत ही ज्योत जळत राही.

डांबरापासून निघणारे हे जळणारे द्रव पाहून लोकांना आश्चर्य

वाटत असेल; कारण याचे गुणधर्म वनस्पती किंवा प्राणी यांच्यापासून मिळणाऱ्या तेलासारखेच होते. हेही जळणाऱ्या वायूसारखे अद्भुतच वाटले असणार. म्हणूनच हे देवाच्या उपासनेसाठी, पवित्र अग्नीत टाकले जात असे.

मॅकबीज च्या दुसऱ्या पुस्तकाच्या पहिल्या प्रकरणात 'दुसरे मंदिर' (सेकंड टेम्पल) बांधण्यासंबंधी एक कथा आहे. या पुस्तकात इसवी सनापूर्वीच्या दुसऱ्या शतकातील ज्यू लोकांच्या काही घटनांसंबंधी माहिती आहे. त्यात मूळच्या सोलोमनच्या मंदिरात जो पवित्र अग्नी होता, त्याचा शोध घेण्यात आला असा उल्लेख आहे.

या शोधकामात 'अग्नी सापडला नाही पण घट्ट द्रव मिळाले'. धर्मगुरूंना हे द्रव लाकडावर शिंपडण्यास सांगण्यात आले. त्यानंतर, 'मोठीच आग लागली त्याचे सर्वांना आश्चर्य आणि कौतुक वाटले'. या प्रकरणाच्या अखेरीस हे द्रव 'नॅफ्था' होते असे म्हटले आहे.

डांबरातील अर्धवट घट्ट द्रवपदार्थही कधी कधी जळणाऱ्यासाठी वापरला जात असे पण तो अतिशय संथगतीने जळत असे, त्यातून ज्वाळांऐवजी धूरच अधिक निघे. याचाही एक उपयोग होता.

सामान्यतः अशा अग्नीतून खूप धूर निघे, त्याला फार वासही येई आणि त्यामुळे गुदमरायला होई व अस्वस्थ वाटे. असे डांबर एका भांड्यात घालून खोलीच्या मध्यभागी जळत ठेवले आहे अशी कल्पना करा.

लोकांना अशा जागी राहवणार नाही आणि ते बाहेर पडतील. त्याचप्रमाणे, घरात असलेले पण आपल्याला नकोसे असणारे इतर जीवजंतू - उंदीर, घुशी, डास, मुंग्या यांसारखे किडे- यांनाही हा धूर सहन होणार नाही. हे डांबर जळणे थांबले आणि सर्व खोल्यात परत हवा खेळू लागली की घर या कीटकांपासून मुक्त झालेले असेल. घर अशा तऱ्हेने धुरी देऊन निर्जंतुक होईल.

अशा धुरीमुळे रोगराई आणणाऱ्या इडा-पीडादेखील निघून जातील असेही काही लोकांना वाटे. एखादा आजारी माणूस जर एखाद्या घरात मरण पावला, तर कोणत्या ना कोणत्या प्रकाराने घरात अशी धुरी दिल्यावरच लोकांना त्या घरात राहणे सुरक्षित वाटे.



## ३ | खनिजतेलाचे ज्वलन

मानवी संस्कृती जसजशी प्रगत होऊ लागली, तसतशी माणसाची अग्नीची गरज देखील वाढू लागली. अर्थात माणसांची संख्याही वाढत गेली आणि शहरेही अधिक मोठी होत गेली. लोकांना उबदार राहण्यासाठी, स्वयंपाकासाठी, खनिजांपासून धातू मिळवण्यासाठी, मातीची भांडी बनवण्यासाठी, वाळूपासून काच तयार करण्यासाठी, अशा अनेक कारणांसाठी अग्नी आवश्यकच होता.

बहुतेक वेळा, यासाठी लाकडाचा जळण म्हणून वापर केला जात असे. त्यानंतर, सतराव्या शतकात कोळशाचा वापर सुरू झाला. (कोळसा हा काळ्या रंगाचा घनपदार्थ जवळजवळ पूर्णतः कार्बनच्या अणूंपासून, लाखो वर्षांपूर्वी जमिनीत गाडल्या गेलेल्या जंगलांपासून, बनला आहे - पण ती एक निराळीच गोष्ट आहे.)

प्रकाश मिळण्यासाठीदेखील अग्नीची आवश्यकता होतीच. हिवाळ्यात युरोपमधल्या रात्री १५-१६ तासांच्या असतात आणि सामान्यतः लोक काही तितका वेळ झोपत नाहीत. अंधारात नुसतेच बसून राहणे फारच कंटाळवाणे होते, त्यासाठी उजेड हवा होता. शिवाय, ते जिथे असतील तिथे त्यांना प्रकाश पाहिजे होता, केवळ शेकोटीपाशी उजेड असणे पुरेसे नव्हते.

शेकोटी काही तुम्हाला हवी तिकडे नेता येत नाही, पण लाकडाचे एक टोक तेलात बुडवून तयार केलेली मशाल आपल्याबरोबर घेऊन जाता येते किंवा वनस्पती, प्राणी यांच्या तेलापासून किंवा मेणापासून बनवलेल्या मेणबत्या, नाहीतर वनस्पती तेलाने जळणारे दिवे आपल्याला

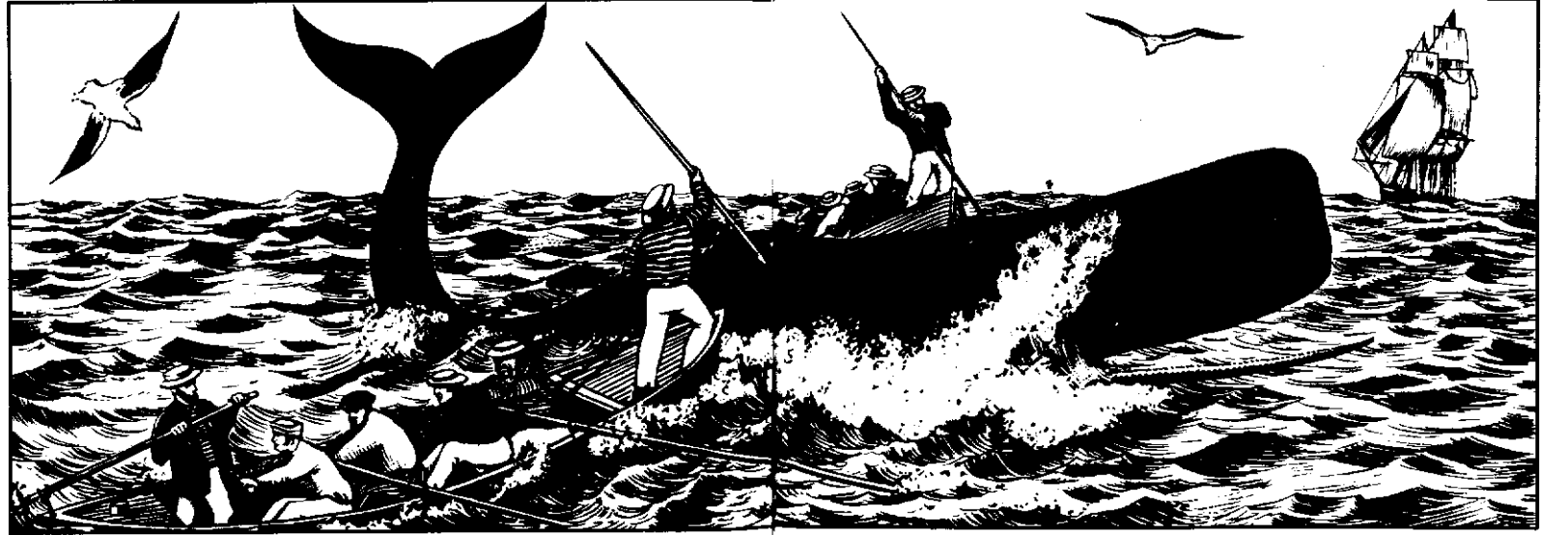
हवे तेथे व हवे तेवढे वापरता येतात.

शहरे जशी वाढत गेली, तशी दिव्यांची गरजही वाढत गेली. शहरातील सर्व रस्त्यांवर दिवे लावणे आणि ते रात्रभर जळत ठेवणे हा शहरे सुरक्षित करण्याचा एक मार्ग होता.

आता या सर्व मशाली, दिवे आणि मेणबत्त्या यांच्यासाठी आवश्यक असलेली चरबी, तेल आणि मेण आणायचे तरी कोठून?

सतराव्या आणि अठराव्या शतकात समुद्रातील मोठाल्या देवमाशांची शिकार केली जात असे. हे गरम रक्त असणारे प्राणी आहेत आणि ध्रुव प्रदेशातील थंड समुद्रात तग धरण्यासाठी, त्यांच्या कातडीखाली एक प्रकारच्या चरबीचा थर (ब्लबर) असतो. या चरबीपासून खूप मोठ्या प्रमाणावर देवमाशाचे तेल मिळत असे आणि हे दिव्यासाठी वापरण्यात

### ३०० वर्षांपूर्वीची व्हेलची शिकार



येत असे.

परंतु देवमासे कायम कसे पुरतील? ते मिळणे कठीण होत गेले आणि त्यांच्या काही जाती तर नामशेषही झाल्या. देवमाशांची शिकार करणाऱ्या जहाजांना त्यासाठी अँटार्क्टिक समुद्रात जावे लागे आणि दिव्याच्या तेलासाठी देवमाशाचे तेल फार काळ वापरता येणार नाही हे लोकांना कळून चुकले.

मग कोळसा वापरला तर? जमिनीखाली याचा न संपणारा साठा आहे असे दिसत होते. कोळसा जळणार नाही अशा तऱ्हेने तापवता येत असे. मग त्यातून जो वायू निघे (कोल गॅस), तो जाळता येत असे. हा कोळशाचा वायू एकत्र जमवून साठवूनही ठेवता येत असे आणि त्यानंतर नळातून त्याचा योग्य त्या ठिकाणी पुरवठा करता येत असे व लहान तोट्यांमधून विशिष्ट गतीने बाहेर येणारा वायू दिव्यासाठी वापरता

येत असे. या तोट्यांतून बाहेर पडणारा वायू पेटवला की त्यातून निघणाऱ्या पिवळसर ज्योतीने आसमंत उजळून निघे. जोपर्यंत कोळशापासून तयार झालेल्या या वायूचा साठा असे तोपर्यंत ही ज्योत अखंड तेवत राही.

विल्यम मर्डीक या स्कॉटिश संशोधक शास्त्रज्ञाने असे खरोखर करता येते हे सर्वप्रथम दाखवून दिले. त्याचा वाफेची इंजिने बनवण्याचा कारखाना होता आणि १८०३ साली त्याने आपला कारखाना या गॅसच्या दिव्यांनी उजळून टाकला. १८०७ साली लंडनमधील काही रस्त्यांवर असे दिवे लावण्याची सुरुवात झाली आणि एकोणिसाव्या शतकात याचा सर्वत्र प्रसार झाला.

कोळसा न जाळता तापवल्यावर त्यातून केवळ वायूच मिळे असे नसून त्यापासून एक डांबरासारखा काळा पदार्थही (कोल टार) निघत असे. हा पदार्थ विशिष्ट पद्धतीने तापवल्यास, एक पारदर्शी द्रवपदार्थ मिळत असे.

हा द्रवपदार्थ म्हणजे हायड्रोकार्बनचे एक मिश्रण होते. हायड्रोकार्बनच्या लहान साखळ्यांची सहजपणे वाफ होत असे, म्हणून ते वेगळे करून काढून टाकले जात असत. त्यांचा दिव्यांसाठी उपयोग होत नसे. ते चटकन पेट घेत आणि त्यांचा स्फोटही होऊ शके. हायड्रोकार्बनचे याहून मोठे रेणू (पण द्रवस्वरूपात असण्याइतके मोठे नसलेले) यासाठी उपयुक्त होते. त्यांची वाफ संधपणे होई आणि त्यांचे दिवे शांतपणे जळत.

कोळशापासून मिळणाऱ्या द्रवपदार्थाला कोळशाचे तेल (कोल ऑइल) म्हणत असत.

अशाच प्रकारचे द्रव्य 'शेल' (shale) नावाच्या पातळ थराच्या खडकातूनही मिळत असे, या खडकांच्या सूक्ष्म छिद्रात हायड्रोकार्बन सापडे. म्हणून या खडकांना 'तेलाचे शेल खडक' (ऑइल शेल) म्हणतात.

यातून मिळालेले हायड्रोकार्बन हे काहीसे मेणासारखे, मऊ लगद्याप्रमाणे होते. हे तापवल्यावर यातून दिव्यात घालण्यासारखे जे तेल मिळे, त्याला 'केरोसीन' असे नाव आहे. मेण या अर्थाच्या ग्रीक शब्दावरून हा शब्द आला आहे.

१८५० सालाच्या सुमारास, युरोप आणि अमेरिकेतील दिव्यांमध्ये कोळशाचे तेल किंवा केरासीन वापरायला सुरुवात झाली (यालाच पॅराफिन तेल असेही म्हणतात).

पण १८५९ साली न्यूयॉर्क राज्यातील रेल्वेच्या वाहकाने एक अगदी नवी गोष्ट केली.

एडविन लॉरेन्टिन ड्रेक असे त्याचे नाव होते आणि त्यावेळी तो ४० वर्षांचा होता. दिव्यासाठी कोळसा किंवा शेल यापेक्षा काही अधिक चांगला पर्याय असू शकेल का याचा तो विचार करू लागला. कोळसा आणि शेल हे दोन्हीही जमिनीतून खणून काढावे लागत, त्यानंतर ते योग्य ठिकाणी वाहून न्यावे लागत आणि ते फोडून त्यांच्यावर अनेक प्रक्रिया करून तेल मिळवावे लागत असे.

पण जे आधीपासूनच द्रव स्वरूपात आहे असे काही जर वापरता आले तर? घन पदार्थापेक्षा द्रवपदार्थ हाताळणे सोपे असेल आणि त्यांच्यातून योग्य ते इंधन मिळवण्याचा खर्चही कमी असेल.

हा द्रवपदार्थ कशा प्रकारचा असावा याचीदेखील ड्रेकला चांगली कल्पना होती. 'पेनसिल्व्हेनिया रॉक ऑइल कंपनी' या कंपनीत त्याने गुंतवणूकही केली होती. पेनसिल्व्हेनिया राज्यातील टायटसव्हील या गावाजवळ जमिनीवर झिरपलेले पेट्रोलियम गोळा करण्याचे काम ही कंपनी करत असे. हे शहर या राज्याच्या वायव्य भागात, पिट्सबर्ग या शहराच्या उत्तरेला सुमारे १४५ किलोमीटरवर आहे.

ही कंपनी हे तेल फक्त औषधासाठी वापरत असे. त्यासाठी हा

झिरपलेल्या तेलाचा साठा पुरेसा होता, पण जगातल्या दिव्यांसाठी काही तो पुरला नसता. कदाचित जमिनीखाली याचा खूप मोठा साठा असू शकेल.

कधी कधी लोक खूप खोलवर जमीन खणत असत. पिण्याच्या पाण्यासाठी विहीर खणणे ही तर नेहमीचीच बाब होती. कधी कधी अन्न टिकवण्यासाठी किंवा इतर काही कारणांसाठी खूप खारट पाणी (ब्राइन) मिळण्यासाठीही बरेच खोलवर खणले जात असे.

काही वेळा, खान्या पाण्यासाठी विहिरी खणल्या असता, त्यातून पाण्याबरोबर तेलही निघत असे. सुमारे २००० वर्षांपूर्वी चीनमध्ये आणि ब्रह्मदेशात असे घडल्याचे ऐकिवात होते. खान्या पाण्याच्या विहिरीतून वायुरूप हायड्रोकार्बन बाहेर आल्यास प्राचीन चीनमधील लोक तो पेटवून

अमेरिकेतील पेनसिल्व्हानिया राज्यात  
पहिल्याने सुरू झालेल्या खनिज तेलाच्या विहिरी



देत असत. या उष्णतेचा वापर करून ते खान्या पाण्याच्या बाष्पीभवनातून मीठ तयार करत असत.

इकला याची माहिती होती आणि खान्या पाण्याच्या विहिरी खोदण्याच्या पद्धतीचा त्याने अभ्यासही केला होता. एखादी छिन्नी तारेच्या सहाय्याने वर-खाली आपटून खडक फोडण्याची काही तंत्रे होती. मधून मधून ही छिन्नी भोकातून बाहेर काढून त्या जागचे खडकांचे तुकडे बाहेर काढून टाकून छिन्नीचे काम परत सुरू केले जाई.

अशा पद्धतीने इकने टायटसव्हील इथे जमिनीखाली २१ मीटर खोलीचे भोक केले आणि २८ ऑगस्ट १८५९ रोजी त्याला तेल लागले. खूप मोठ्या प्रमाणात खनिजतेल तो पंपाच्या सहाय्याने जमिनीखालून काढू शकला; जमिनीवरच्या झिरपलेल्या तेलापेक्षा कितीतरी अधिक. इकने खनिजतेलाची ही पहिली विहीर खोदली होती.

इकला यश मिळाल्यावर इतरांनी देखील त्याच ठिकाणी येऊन

तेलासाठी विहिरी खणायला सुरुवात केली. पेनसिल्व्हानिया राज्याचा वायव्य भाग हा खनिज तेलाच्या विहिरी असणारा जगातील पहिला प्रदेश ठरला आणि त्याच्या आजूबाजूला यामुळे नवी शहरे वसू लागली. ड्रेकने आपल्या शोधकामाच्या पद्धतीचे स्वामित्व हक्क (पेटंट) घेतले नव्हते, शिवाय तो काही मुरब्बी व्यापारीही नव्हता, त्यामुळे तो काही श्रीमंत झाला नाही. १८८० साली तो गरिबीतच मरण पावला.

जगात इतर ठिकाणीदेखील खनिजतेल मिळवण्यासाठी खोदकाम सुरू झाले. ज्या ठिकाणी जमिनीवर तेल झिरपलेले नसे म्हणून त्या ठिकाणी तेल आहे असे समजत नसे अशा ठिकाणीदेखील खनिजतेल मिळणे शक्य होते असे दिसून आले.

जमिनीत खूप खोलवर असलेले खनिजतेल जरी संथगतीने थरांच्या खडकातील छिद्रातून वर येत असले तरी दर वेळी ते जमिनीच्या वर येतेच असे नाही. कधी कधी ते वर येताना छिद्रे नसलेल्या खडकाच्या तळाशी पोचते. मग ते तिथेच थांबते आणि अखंड खडकाच्या खालच्या थरातील छिद्राच्या खडकात साठून राहते.

जर त्या अखंड (सॉलिड) खडकातून खालपर्यंत भोक करता आले तर त्यातून हे खनिजतेल बाहेर काढता येते. काही वेळा या छिद्राच्या खडकांच्या थरातील खनिज तेलावर त्याच्याही खाली असणाऱ्या पाण्याचा खूप मोठा दाब असतो. मग या अखंड खडकाला भोक पाडले की हे खनिजतेल एखाद्या कारंज्याप्रमाणे उसळून वर येते. त्याला 'उसळून वाहणारी खनिज तेलाची विहीर' (गशर) असे म्हणतात.

पण अखंड खडकाच्या थराखाली छिद्रांच्या खडकात खनिजतेल आहे हे कसे कळणार? हे काही सोपे नव्हते, पण काही तज्ज्ञ मंडळी खडकांच्या रचनेचा काळजीपूर्वक अभ्यास करत आणि तेल मिळण्याची कितपत शक्यता आहे याविषयी अंदाज वर्तवत.

## उसळून वाहणारी खनिजतेलाची विहीर (गशर)



प्रत्यक्ष विहीर खोदणे हा एकच खरा खात्रीशीर मार्ग आहे. जर तेल मिळाले नाही तर ती 'कोरडी विहीर'. जर खनिजतेल मिळाले तर सुदैवच. मग आजूबाजूच्या भागातही आणखी तेल मिळण्यासाठी विहिरी खोदल्या जातात.

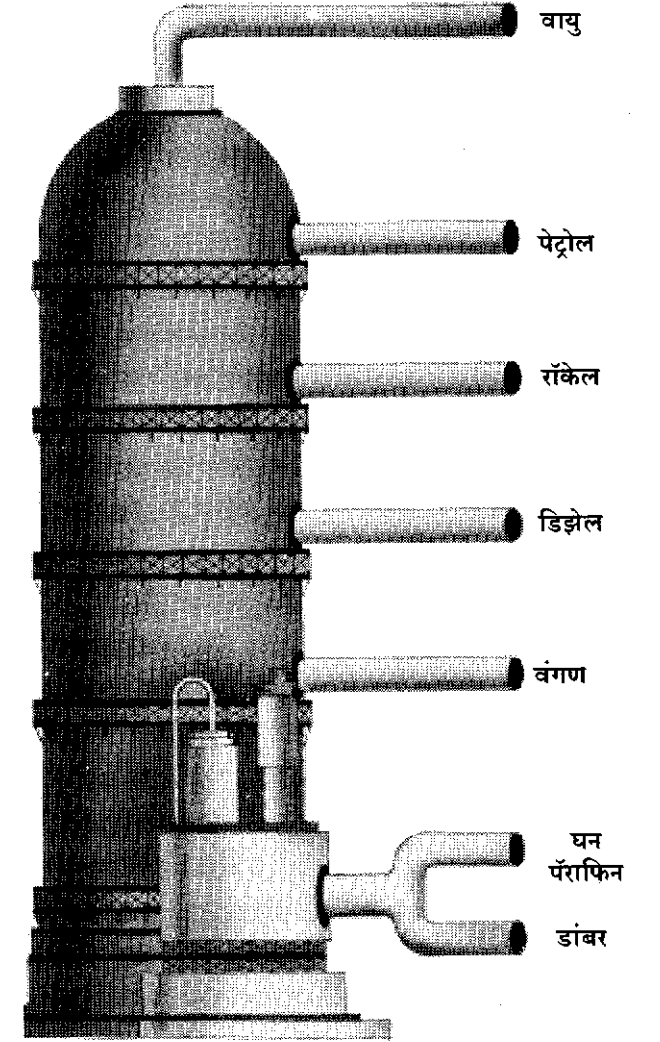
विहिरी खोदण्याच्या नव्या आणि अधिक चांगल्या पद्धती शोधण्यात आल्या. खडकात गोल गोल फिरून भोक पाडू शकतील, असे विशेष प्रकारचे धातूचे गिरमिट यासाठी बनवण्यात आले. तयार झालेल्या भोकात एक प्रकारचा चिखल भरला जातो त्यामुळे खडकाच्या ठिकन्या बाहेर पडतात आणि तेलही उसळून बाहेर पडत नाही. (उसळणाऱ्या विहिरीतून बाहेर येणारे बरेचसे तेल वाया जाते.)

आजकाल जगाच्या सर्व भागात सहा लाखांहून अधिक विहिरींतून खनिजतेल काढले जाते. आणि या सर्वांची सुरुवात डेकच्या १८५९ सालच्या तेलाच्या विहिरीपासून झाली.

अशा तऱ्हेने तेलाच्या विहिरीतून काढलेल्या तेलाचे अनेक उपयोग आहेत. याचे 'शुद्धीकरण' (रिफाइन) केले जाते म्हणजे निरनिराळ्या प्रकारचा हायड्रोकार्बन वेगळा केला जातो. याचा उत्तम मार्ग म्हणजे ऊर्ध्वपातनाने, पदार्थ गाळून घेणे (डिस्टिल), म्हणजेच तो अशा तऱ्हेने उकळणे की प्रथम हायड्रोकार्बनचे सर्वात लहान रेणू जमतील, त्यानंतर त्याहून मोठे, मग त्याहून मोठे, अशा तऱ्हेने ही प्रक्रिया करत राहणे.

हायड्रोकार्बनचे मोठे रेणू हे मऊ पण घन स्वरूपात म्हणजे लगदा असावा तसे असतात, त्यांचा उपयोग रस्ते किंवा फरसबंदी करण्यासाठी होतो. त्याहून थोडे लहान असणारे रेणू द्रव स्वरूपात असतात त्यांचा उपयोग यंत्रांमध्ये वंगण म्हणून होतो, त्यामुळे यंत्रांची हालचाल सुलभगतीने होते. 'नैसर्गिक वायू'च्या लहान रेणूंचा उपयोग जगातल्या नळातून जाणाऱ्या वायूच्या इतर वापरांसाठी केला जातो.

पेट्रोलियम पदार्थांच्या शुद्धीकरणाचा क्रम दर्शवणारा तक्ता





तेलाची पहिली विहीर खोदली गेली त्या काळात पेट्रोलियमचे सर्वात महत्त्वाचे उत्पादन हे मध्यम आकाराच्या रेणूंचे होते. हे दिव्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या केरोसीनप्रमाणेच होते. अमेरिकेतील, तसेच जगाच्या इतर भागातील केरोसीनच्या दिव्यांसाठी, बरीच दशके पेट्रोलियमपासून निघालेले हे इंधनच वापरले जात असे.

नैसर्गिक वायूच्या रेणूंहून मोठे, पण केरोसीनच्या रेणूंहून लहान रेणू असणारी पेट्रोलियमची इतरही काही उत्पादने होती. हे दोन्हीच्या मधले रेणू म्हणजे चटकन वाफ होणारे द्रव होते. त्यांची वाफ इतक्या चटकन होत असल्याने त्यांचा दिव्यात वापर करता येत नसे. त्यांच्यातून इतकी वाफ निघे की त्यांचा स्फोट होई. पेट्रोलियममधून मिळणाऱ्या इतक्या लहान रेणूंचा काहीच उपयोग नव्हता त्यामुळे जाळून टाकण्यासारख्या कोणत्या तरी मार्गाने ते नाहीसे करणे भाग होते.

तरीही, पेट्रोलियमला मिळालेले महत्त्व तेवढ्याच चटकन नाहीसेही होईल असेच त्यावेळी वाटत होते. १८७९ साली थॉमस अल्वा एडिसन या अमेरिकन संशोधकाने विजेच्या दिव्यांचा शोध लावला. पहिली तेलाची विहीर खणल्यापासून केवळ वीस वर्षातच हे घडले होते.

विजेच्या दिव्याने मिळणारा प्रकाश हा केरोसीन किंवा गॅसच्या दिव्याने मिळणाऱ्या प्रकाशापेक्षा अधिक अविचल (स्टेडी) होता. शिवाय, विजेच्या दिव्यात केरोसीन किंवा गॅसच्या दिव्याप्रमाणे प्रत्यक्ष ज्योत नव्हती त्यामुळे आग लागण्याची शक्यतादेखील फारच कमी होती.

विजेचा वापर जसजसा वाढला, तसा विजेच्या दिव्यांचा सगळीकडे प्रसार झाला आणि केरोसीन व गॅसचे दिवे मागे पडले.

आता पेट्रोलियमच्या उत्पादनाची गरजच काय? खनिजतेलाच्या विहिरी बंद कराव्यात का?



## ४ | खनिजतेलाचे नवे महत्त्व

वास्तवात, केरोसीनचे आणि गॅसचे दिवे यांच्याही पेक्षा अधिक महत्त्वाची एक गोष्ट लवकरच येणार होती.

अठराव्या शतकात वाफेची इंजिने बनवण्यात आली. वाफेच्या इंजिनात अग्नीच्या सहाय्याने पाणी उकळेपर्यंत तापवून त्याची वाफ होते. ही वाफ इंजिनात जाते आणि तिच्या दाबाने दांडे पुढे-मागे हलतात आणि चाके फिरतात. यात 'अग्नी' हा इंजिनाच्या बाहेर असतो म्हणून याला 'बाह्य ज्वलनाचे इंजिन' असे म्हणतात.

त्या ऐवजी, सहजपणे वाफेत रूपांतर होणाऱ्या ज्वालाग्राही द्रवाची एक टाकी तुमच्याकडे आहे अशी कल्पना करा. यापैकी थोडीशी वाफ इंजिनात सोडली आणि तिथे तिचा हवेशी संपर्क आला. एका ठिणगीने या वाफ आणि हवेच्या मिश्रणाचा स्फोट होतो आणि या छोट्याशा स्फोटाच्या शक्तीमुळे दांडे हलतात. स्फोट झालेले वाफ आणि हवेचे मिश्रण इंजिनच्या बाहेर ढकलले जाते, आणखी थोडी वाफ इंजिनात सोडून तिचा हवेशी संपर्क होतो, मग आणखी एक छोट्यासा स्फोट घडून येतो.

अशा अविरत होणाऱ्या लहान लहान स्फोटांमुळे दांडे एका निश्चित गतीने पुढे-मागे फिरत राहतात. यात ज्वलनाची क्रिया (स्फोट म्हणजे एक चटकन उत्पन्न झालेला अग्नीच) इंजिनाच्या आत होते. यातूनच 'अंतर्गत ज्वलनाचे इंजिन' आले.

अंतर्गत ज्वलनाच्या इंजिनाचा सर्वात महत्त्वाचा फायदा असा की ते ताबडतोब सुरू होते. पाणी तापून उकळू लागल्याशिवाय वाफेचे इंजिन

सुरू होणार नाही, त्यासाठी बराच वेळ लागू शकतो. पण ही वाफ आणि हवेच्या मिश्रणाचा मात्र ठिणगी दिल्याबरोबर लगेच स्फोट होतो.

एतियेन लन्वार या फ्रेंच संशोधकाने १८६० साली प्रत्यक्षात वापरण्याजोगे पहिले अंतर्गत ज्वलनाचे इंजिन बनवले. निकोलस ऑगस्ट ऑटो या जर्मन संशोधकाने १८७६ साली एक सुधारित इंजिन तयार केले. आज आपण वापरतो ते अंतर्गत ज्वलनाचे इंजिन, (अर्थात आणखी काही सुधारणांनंतर), हे ऑटोने बनवलेल्या इंजिनाप्रमाणेच आहे.

एखाद्या गाडीच्या चाकांना जर अंतर्गत ज्वलनाचे इंजिन योग्य रीतीने जोडले असेल, तर इंजिनातील दांड्यांच्या हालचालीने चाके फिरतील. गाडी ओढण्यासाठी घोड्यांची आवश्यकता असणार नाही. म्हणजे, ही एक 'घोडाविरहित गाडी'च असेल. लवकरच, अशा तऱ्हेच्या वाहनाला, 'स्वयंचलित' या अर्थाच्या ग्रीक आणि लॅटिन शब्दांच्या एकत्रीकरणातून 'ऑटोमोबाइल' असे नाव देण्यात आले. (इंग्लंडमध्ये यांना सामान्यपणे 'कार' असे म्हणतात).

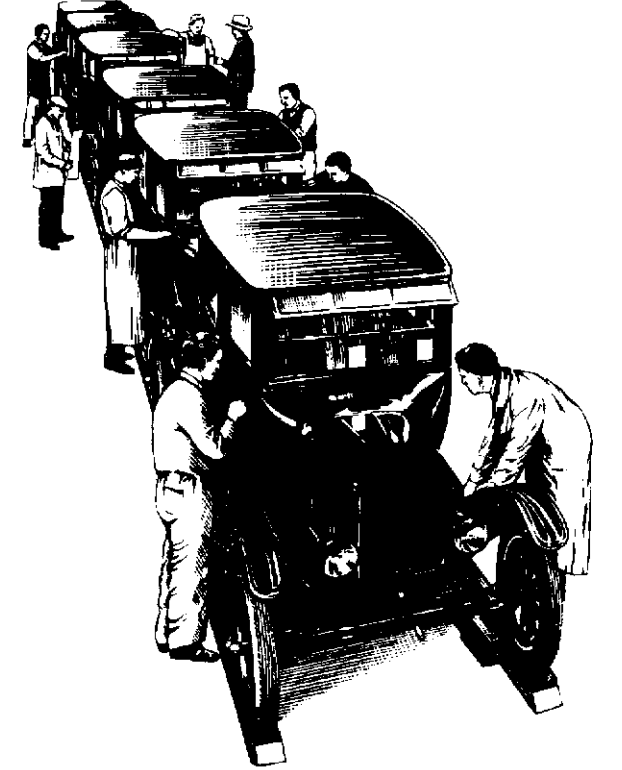
१८८५ साली गॉट्लिब डेमलर आणि कार्ल बेन्झ या दोन जर्मन इंजिनीयरनी प्रत्यक्षात वापरण्यासारखी पहिली मोटारगाडी बनवली. सुरुवातीला त्या अतिशयच महागड्या होत्या.

हेन्री फोर्ड या अमेरिकन इंजिनीयरने मोठ्या प्रमाणावर मोटारगाड्या बनवण्याची एक पद्धत शोधून काढली. गाड्यांमध्ये बसवण्याचे सुटे भाग तंतोतंत एकासारखे असल्याने कोणत्याही गाडीतील भाग कोणत्याही गाडीत बसवता येत असे. मग त्याने या गाड्यांच्या जोडणीची अशी एक पद्धत (असेंब्ली लाइन) बनवली की त्यात अर्धवट जोडणी झालेल्या गाड्या पुढील जोडणीसाठी कारखान्यातील कामगारांसमोर येत, कामगार आपल्या ठरावीक जागेवरच राहत. अर्धवट जोडणी झालेल्या गाड्या जशा कामगारांसमोर येतील त्याप्रमाणे प्रत्येक कामगार एक ठरावीक

कामच परत परत प्रत्येक गाडीवर करत असे. जसजशी गाडी एकामागून एक अनेक कामगारांसमोरून जाईल, तसतशी ती अधिकाधिक पूर्णत्वाकडे जाई. या प्रक्रियेच्या अखेरीस ती पूर्ण झालेली असे.

१९१३ च्या सुमारास हेन्री फोर्ड दिवसाला एक हजार मोटारगाड्या बनवत असे आणि त्या कमी किमतीला विकणे त्याला परवडत असे.

मोटारगाड्या चालवण्यासाठी अधिक सोप्या आणि चांगल्या



फोर्डच्या 'मॉडेल T' या मोटारगाड्या तयार होताना

असाव्यात या दृष्टीने त्यात सुधारणा होत गेल्या. सुरुवातीला, वाफेच्या स्फोटांच्या मालिकेची सुरुवात होण्यासाठी हाताने एक दांडा फिरवून इंजिन सुरू करावे लागत असे. यासाठी शक्ती लागे आणि दांडा फिरवणारा बाजूला होण्यापूर्वीच इंजिन सुरू होण्याचा धोकाही होता.

त्यानंतर, साठवणुकीच्या पद्धतीची एक बॅटरी (स्टोरेज बॅटरी) गाडीत बसवण्यात आली. यात रासायनिक पद्धतीने वीज तयार होऊन ती इंजिन सुरू करण्यासाठी जरूरीप्रमाणे वापरता येत असे. एकदा असा गाडी सुरू करणारा 'सेल्फ स्टार्टर' आल्यावर कोणालाही गाडी चालवणे सहज शक्य झाले.

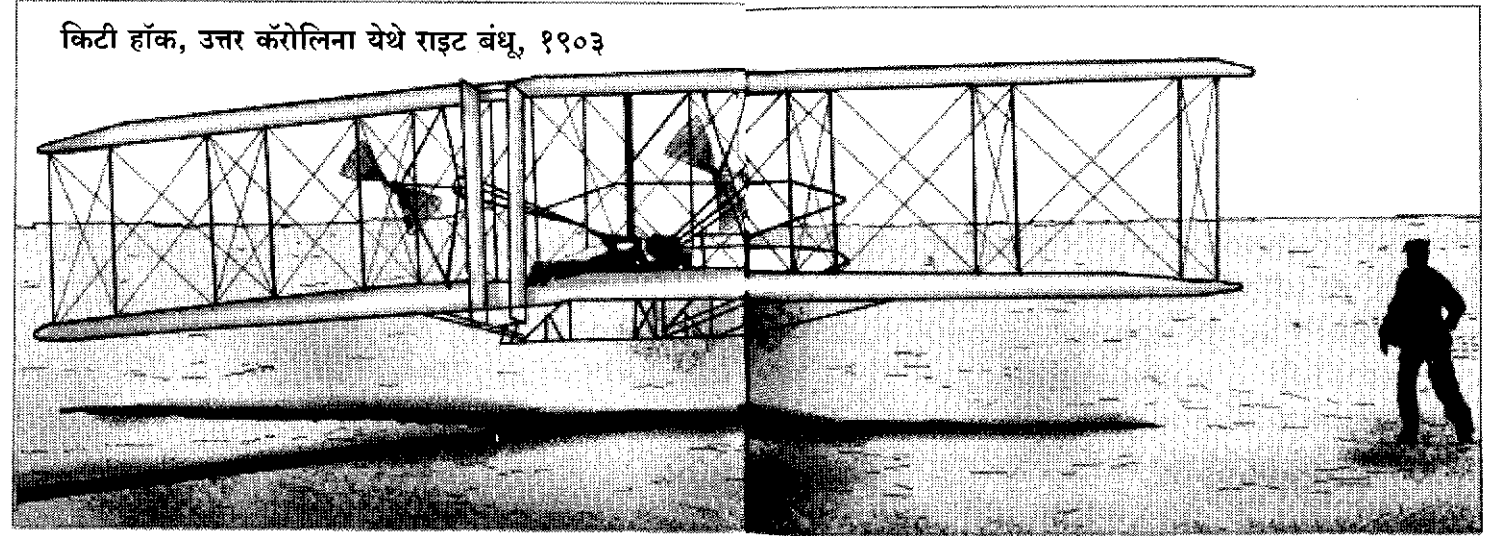
१९२०च्या दशकापासून अधिकाधिक मोटारगाड्या वापरात आल्या. लक्षावधी, कोट्यवधी मोटारगाड्या विकल्या गेल्या. बहुतेक प्रत्येक अमेरिकन माणसाला गाडी हवी होती. इतर देशातील लोकांनाही गाड्या हव्या होत्या.

या गाड्यांसाठी कोणते इंधन वापरले जात होते? इंजिन चालू ठेवण्यासाठी हवेशी संपर्क होऊन स्फोट घडवून आणणारी ही कोणती वाफ होती? पेट्रोलियमपासून मिळणाऱ्या हायड्रोकार्बनचे पुढे काय झाले?

केरोसीनमधल्या मध्यम आकाराच्या रेणूंचा यासाठी उपयोग नव्हता. त्यांची हवी तेवढी चटकन वाफ होत नव्हती. दिव्यासाठी संथपणे वाफ होणे चांगले होते; त्याने स्फोट होत नसे. पण अंतर्गत ज्वलनाच्या इंजिनात नेमकी स्फोटाचीच आवश्यकता होती.

म्हणूनच केरासीनपेक्षा लहान रेणू गरजेचे होते. विशेष म्हणजे, दिव्यासाठी निरुपयोगी असणारे, तेल कंपन्या जे जाळून टाकत होत्या, तेच रेणू नेमके हवे होते. आता तेलकंपन्या ते मोटारींच्या मालकांना विकू शकत होते.

आता हे लहान रेणू म्हणजेच ज्याला अमेरिकेत 'गॅसोलिन' म्हणतात ते, कारण याची चटकन वाफ (किंवा गॅस) होते. हे जरी द्रव स्वरूपात



असले तरी काही वेळा याला गॅस असेही म्हणतात. (इंग्लंडमध्ये याला 'पेट्रोल' असे नाव आहे, हे 'पेट्रोलियम' या शब्दाचेच लहान रूप आहे, अर्थात खरे पाहता हा त्याचा फक्त एक भागच आहे.)

विल्बर आणि ऑर्विल राइट या दोन अमेरिकन बंधूंनी १९०३ साली प्रथमच विमाने तयार केली, त्यातही अंतर्गत ज्वलनाची इंजिनेच वापरली होती. जसजसा विमानांचा वापर वाढू लागला, तशी त्यांच्यासाठी पेट्रोलची गरजही वाढतच गेली.

१८९२ साली रुडॉल्फ डिझेल या जर्मन इंजिनीयरने कमी गुंतागुंतीचे आणि कमी इंधन लागणारे अंतर्गत ज्वलनाचे इंजिन तयार केले. पेट्रोलपेक्षा मोठे रेणू असणारे (म्हणजेच आपण ज्याला 'डिझेल' म्हणतो ते) इंधन यात चालत असे आणि हे सुरू करण्यासाठी त्यात ठिणगी पडण्याची गरज नसे. हे मिश्रण दबावाखाली लहान जागेत ठासून भरलेले असे. या दबावाने वायूचे मिश्रण तापत असे आणि त्या उष्णतेने यात स्फोट घडून येत असे.

नेहमीच्या अंतर्गत ज्वलनाच्या इंजिनापेक्षा डिझेल इंजिनाचे वजन अधिक असे आणि ट्रक, बस किंवा जहाजे यांच्यासाठी ते अधिक सोयीचे होते.

१९३० सालापर्यंत अंतर्गत ज्वलनाची इंजिने मोठ्या प्रमाणावर वापरली जाऊ लागली, त्यामुळे इंधनासाठी कोळशापेक्षाही पेट्रोल अधिक महत्त्वाचे झाले. तेल कंपन्यांनी पेट्रोलियमचे शुद्धीकरण करताना त्यातून अधिकाधिक पेट्रोल आणि डिझेल मिळवता येईल, अशा दृष्टीने प्रक्रिया करण्यास सुरुवात केली.

तरीही, शक्य तितके अधिक पेट्रोल आणि डिझेल मिळवल्यानंतरही पेट्रोलियममधून शिल्लक राहणाऱ्या इतर पदार्थांचे प्रमाणही बरेच मोठे होते.

हायड्रोकार्बनच्या रेणूंच्या मोठ्या साखळ्या असणारे द्रवदेखील

जळणासाठी चांगले असते, पण आता फारच थोडे लोक रॉकेलचे दिवे वापरतात. तरीही या द्रवाचा उजेडापेक्षा उष्णता देण्यासाठी अधिक चांगला उपयोग होतो. थंडीच्या दिवसात घरे उबदार ठेवण्यासाठी हे तेल इंधन (फ्युएल ऑइल) म्हणून वापरण्यास काय हरकत आहे?

१९२० सालापासून घरे उबदार ठेवण्यासाठी कोळसा खूपच मोठ्या प्रमाणावर वापरला जात असे, परंतु हे तेल कोळशापेक्षा अधिक सोयीचे होते.

कोळसा आणून तो तळघरात साठवून ठेवावा लागत असे आणि हे तसे जिकिरीचेच काम होते. मग भट्टीत कोळसा ओतावा लागे; कागद आणि लाकूड घालून प्रथम ही भट्टी सुरू करावी लागे; आणि ती पेटती ठेवण्यासाठी अनेक वेळा कोळसा हलवून सारखा करावा लागे. शिवाय अखेरीस राख काढून टाकावी लागे ते निराळेच.

इंधनाचे तेल (फ्युएल ऑइल) जमिनीखाली साठवून ठेवता येत असे. ते स्वयंचलित पद्धतीने भट्टीत जाईल अशी व्यवस्था करता येते आणि एका कळीच्या सहाय्याने ते आपोआप सुरू किंवा बंद करता येते. यात राखही जमत नाही.

बऱ्याच लोकांनी कोळशाऐवजी तेलाचा वापर सुरू केला.

अगदी लहान रेणूंचा नैसर्गिक वायू (नॅचरल गॅस) स्वयंपाकघरात अन्न शिजवण्यासाठी आणि घरे उबदार ठेवण्याच्या यंत्रणेत देखील वापरता येतो. द्रवरूप इंधनापेक्षाही नैसर्गिक वायू वापरण्यासाठी अधिक सोयीचा होता. हा अधिक स्वच्छ आणि वापरायला सोपा होता.

पेट्रोलियममधून उरलेले इतर हायड्रोकार्बन त्यांच्या अणूंची रचना बदलून व त्यात इतर काही रसायने मिसळून, रसायन शास्त्रज्ञ त्यापासून प्लॉस्टिक, कृत्रिम धागे, औषधे, रंग आणि इतर अनेक उपयुक्त गोष्टी बनवू शकत.

## ५ | खनिजतेलाचे भविष्य

यातून एक महत्त्वाचा प्रश्न निर्माण होतो. पेट्रोलियम पदार्थाचे निरनिराळे भाग लोक निरनिराळ्या कारणांसाठी वापरू लागल्यावर खनिजतेलांचे साठे किती काळपर्यंत पुरतील?

१९३० च्या सुमारास, खनिजतेलांचे साठे लवकरच संपुष्टात येतील असे लोकांना वाटत होते. पण तेल कंपन्यांनी तेलाचे नवे साठे शोधण्यासाठी कसून प्रयत्न केले. खनिज- तेलाचा वेध घेण्याचे, त्यासाठी उत्खनन करण्याचे आणि तेल शोधण्याचे नवनवे मार्ग त्यांनी विकसित केले.

१९४० च्या दशकाच्या अखेरीस, मध्य पूर्वेत, ज्या ठिकाणी प्राचीन काळी खनिज तेल जमिनीवर झिरपत असे आणि जेथे डांबराचा उपयोग केला जात असे, अशा ठिकाणी तेलाचे नवे साठे सापडू लागले.

इराणच्या आखाताच्या आसपासच्या प्रदेशात जमिनीखाली खनिजतेलाचे प्रचंड साठे अस्तित्वात होते. संपूर्ण जगात इतरत्र जेवढे खनिजतेल होते तेवढेच एकट्या मध्य पूर्वेतही असावे असे दिसत होते. जगातील खनिज तेलाचा साठा एकदम दुप्पट झाला.

२५-३० वर्षे खनिजतेल भरपूर प्रमाणात आणि स्वस्तात उपलब्ध होते. अमेरिकेकडे अर्थात आपला स्वतःचा साठा होता, परंतु जरूर भासेल तेव्हा परदेशातूनही हवा तेवढा साठा उपलब्ध होऊ शकतो, हे समजून आल्यावर आपल्याकडील साठा वापरण्यातील त्यांचा संदेह नाहीसा झाला. युरोप आणि जपान यांच्याकडे स्वतःचे खनिजतेलाचे काहीच साठे नव्हते. त्यांनी ते स्वस्त आणि सोयीचे असल्याने परदेशातून

आयात करून वापरायला सुरुवात केली.

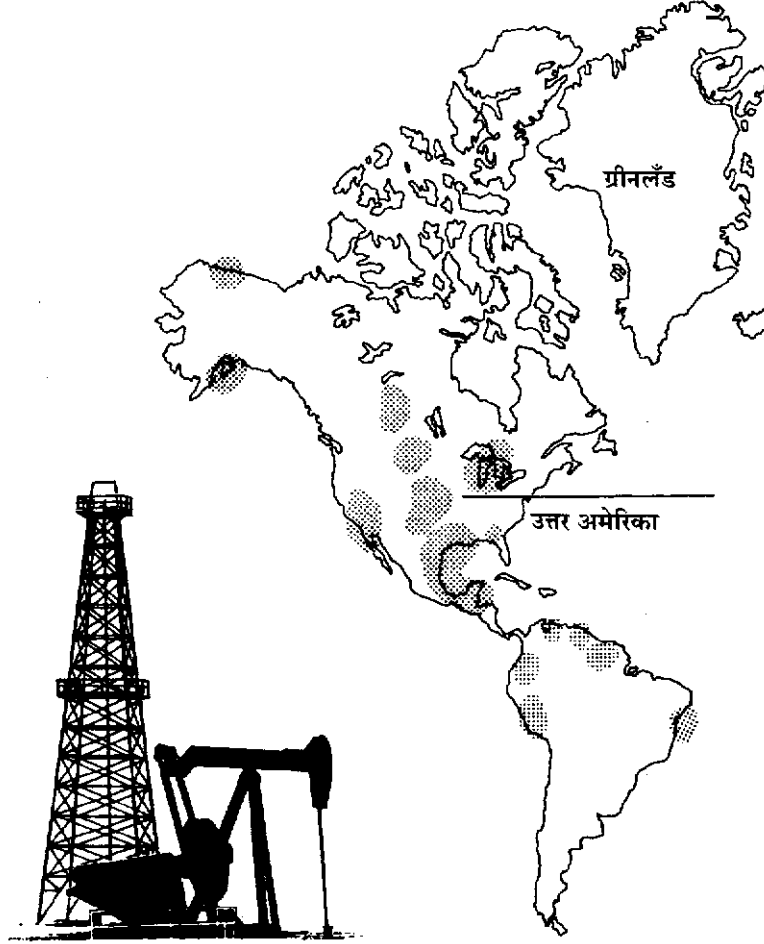
त्यावेळी हे सर्व फारच सोपे होते, कारण दुसऱ्या जागतिक युद्धानंतरच्या सुरुवातीच्या काळात मध्य पूर्वेतील बरेचसे तेल उत्पादक देश युरोपातील देशांच्या आधिपत्याखालीच होते. युरोप आणि अमेरिकेनेच या भागात खनिज तेलाच्या विहिरी खोदल्या, त्यांच्याकडेच त्यांची मालकी आणि व्यवस्थापनही होते.

पण मध्यपूर्वेतील देश स्वतंत्र झाले. त्यांना या विहिरीची मालकी आणि आधिपत्य हवे होते तसेच तेलाची किंमत ठरवण्याचे अधिकारही हवे होते. १९६० साली मध्य पूर्वेतील खनिजतेल निर्मात्या देशांनी, 'ऑर्गनायझेशन ऑफ पेट्रोलियम एक्स्पोर्टिंग कंट्रिज' (OPEC) म्हणजे 'ओपेक' या नावाचा आपला एक संघ बनवला. आपसात चर्चा करून त्यांनी खनिजतेलाचे भाव ठरवण्यास सुरुवात केली. लवकरच, ओपेक हा संघ अतिशय बलवान असल्याचे दिसून येऊ लागले. जगातील विकसित देशांना खनिज तेलाची नितांत आवश्यकता होती. दरवर्षी त्यांचा तेलाचा वापर वाढतच होता. त्यांचे उद्योगधंदे खनिज तेलावरच चालत होते; तसेच त्यांच्या मोटारगाड्या, ट्रक, बस, जहाजे आणि विमाने या सर्वांसाठी खनिजतेल आवश्यकच होते. हे सर्व थांबवणे किंवा त्याचा वापर कमी करणेही कठीणच होते. या सर्वांचा जगाच्या अर्थव्यवस्थेवरच परिणाम झाला असता.

तरीही, खनिजतेलाचा वापर कमी करणे आवश्यक झाले, कारण दुसऱ्या महायुद्धानंतर खनिज तेलाच्या नव्या साठ्यांचा शोध लागूनदेखील हा साठा फार काळ टिकणार नव्हता.

काहींच्या अंदाजाप्रमाणे खनिजतेलाच्या विहिरीतील एकूण साठा ६० हजार कोटी पिपे इतका असावा. हा खूपच मोठा साठा आहे, जगातील एकूण तेलाचा वापर दरवर्षी दोन हजार कोटी पिपे इतका

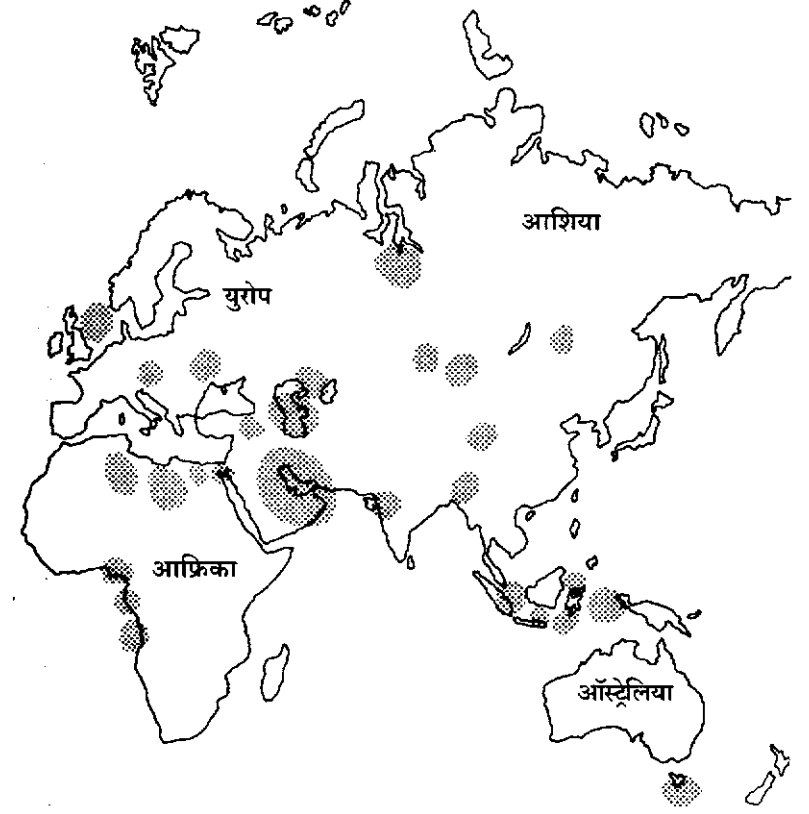
जगातील महत्त्वाचे खनिज तेलाचे साठे



४० | शोधांच्या कथा | खनिजतेल

आहे. या दराने हा साठा फक्त आणखी तीस वर्षेच टिकेल.

अर्थात, आणखी नव्या विहिरींच्या शोधाची शक्यता आहेच. १९६० च्या दशकाच्या अखेरीस उत्तर अलास्काजवळ खनिजतेलसाठ्याचे नवे क्षेत्र सापडले. इंग्लंडजवळ उत्तर सागराच्या (नॉर्थ सी) तळाशी खनिजतेलाचा शोध लागला. दक्षिण मेक्सिकोतही



शोधांच्या कथा | खनिजतेल | ४१

बरेच खनिजतेल असावे असे दिसते.

आणखी नव्या तेल क्षेत्रांच्या शोधाची शक्यता लक्षात घेऊनदेखील, आपण ज्या दराने ते वापरत आहोत ते लक्षात घेता ते ५० वर्षांहून अधिक काळ पुरेल असे वाटत नाही.

शिवाय, जुन्या विहिरी निश्चितच आटत आहेत. डेकने पेनसिल्व्हानियात पहिली विहीर खोदली तेव्हापासून एक शतकाहून अधिक काळपर्यंत अमेरिका हा जगातील सर्वात मोठा तेल उत्पादक देश होता. पेनसिल्व्हानियातील तेल केव्हाच संपून गेले आहे, पण टेक्सास आणि इतर काही ठिकाणच्या नव्या आणि मोठ्या खनिज तेलाच्या क्षेत्रांचे शोध लागले आहेत.

आता अर्थात अमेरिकेतील सर्व तेलसाठे संपुष्टात येऊ लागले आहेत. १९७० च्या दशकाच्या सुरवातीला तेल उत्पादन सर्वाधिक होते पण दरवर्षी ते कमी कमी होत आहे.

१९६९ सालापर्यंत अमेरिका आपल्या गरजेइतके तेलचे उत्पादन करत असे. त्यानंतर त्यांना परदेशातून तेल आयात करण्यास सुरुवात करावी लागली कारण तेलाचे उत्पादन दर वर्षी कमी कमी होत होते आणि अमेरिकन लोकांचा तेलचा वापर मात्र दरवर्षी वाढत होता. १९७३ सालापर्यंत अमेरिकेच्या गरजेपैकी १० टक्के खनिजतेल परदेशातून आयात करावे लागत असे आणि १९८० सालापर्यंत तर ५० टक्के खनिजतेल आयात करावे लागत होते.

परदेशातून येणारे खनिजतेल बंद झाले तर अमेरिकन लोकांची परिस्थिती कठीणच होते. त्यांच्या मोटारगाड्यांसाठी पेट्रोल आणि ट्रक व शेतातील कामांच्या अवजारांसाठी डिझेल मिळणे कठीण होते. हिवाळ्यात घरे उबदार ठेवण्यासाठी इंधनाचे तेल (फ्युएल ऑइल) मिळण्यातही अडचणी येतात.

४२ | शोधांच्या कथा | खनिजतेल

१९७३ साली, इझ्राइलसंबंधीच्या राजकीय तंट्यामुळे मध्य पूर्वेतील देशांनी अमेरिका आणि युरोपला खनिजतेल पाठवणे काही महिने बंद ठेवले. हे फार गोंधळाचे महिने होते. त्यानंतर १९७९ साली इराण या मोठ्या तेल उत्पादक देशात राज्यक्रांती झाली आणि त्यांच्याकडील उत्पादन कमी झाले. परत गोंधळ झाला.

खनिजतेलाचा पुरवठा अव्याहत राहू शकणार नाही, असे 'ओपेक' देशांचे म्हणणे आहे. खनिजतेल जोपर्यंत स्वस्त आणि भरपूर प्रमाणात उपलब्ध आहे तोपर्यंत ऊर्जेसाठी दुसरा एखादा मार्ग शोधण्याची गरज आहे असे कोणालाच वाटत नाही. सगळे देश खनिज तेलाचा मुक्त वापर करत राहतात; अखेर एक दिवस मोठीच आपत्ती येईल.

खनिजतेलाची किंमत वाढवली आणि पुरवठ्यावर बंधने आणली तर लोक खनिजतेल काळजीपूर्वक वापरतील. वापरात बचत झाली तर खनिजतेल अधिक काळ पुरेल. याशिवाय, जर ते खूप महाग झाले आणि ते मिळण्यातही अडचणी येऊ लागल्या तर ऊर्जेचे नवे स्रोत शोधण्याचे सर्वच देश कसोशीने प्रयत्न करतील.

१९७३ सालापासून 'ओपेक' देशांनी खनिजतेलाच्या किमती सातत्याने वाढल्या ठेवल्या आहेत, त्यामुळे सर्वच वस्तूंच्या किमती वाढल्या आहेत. आता ऊर्जेसंबंधीच्या अडचणी जगासमोर आल्या आहेत आणि त्यातून काहीतरी मार्ग काढला पाहिजे याची लोकांना जाणीव झाली आहे.

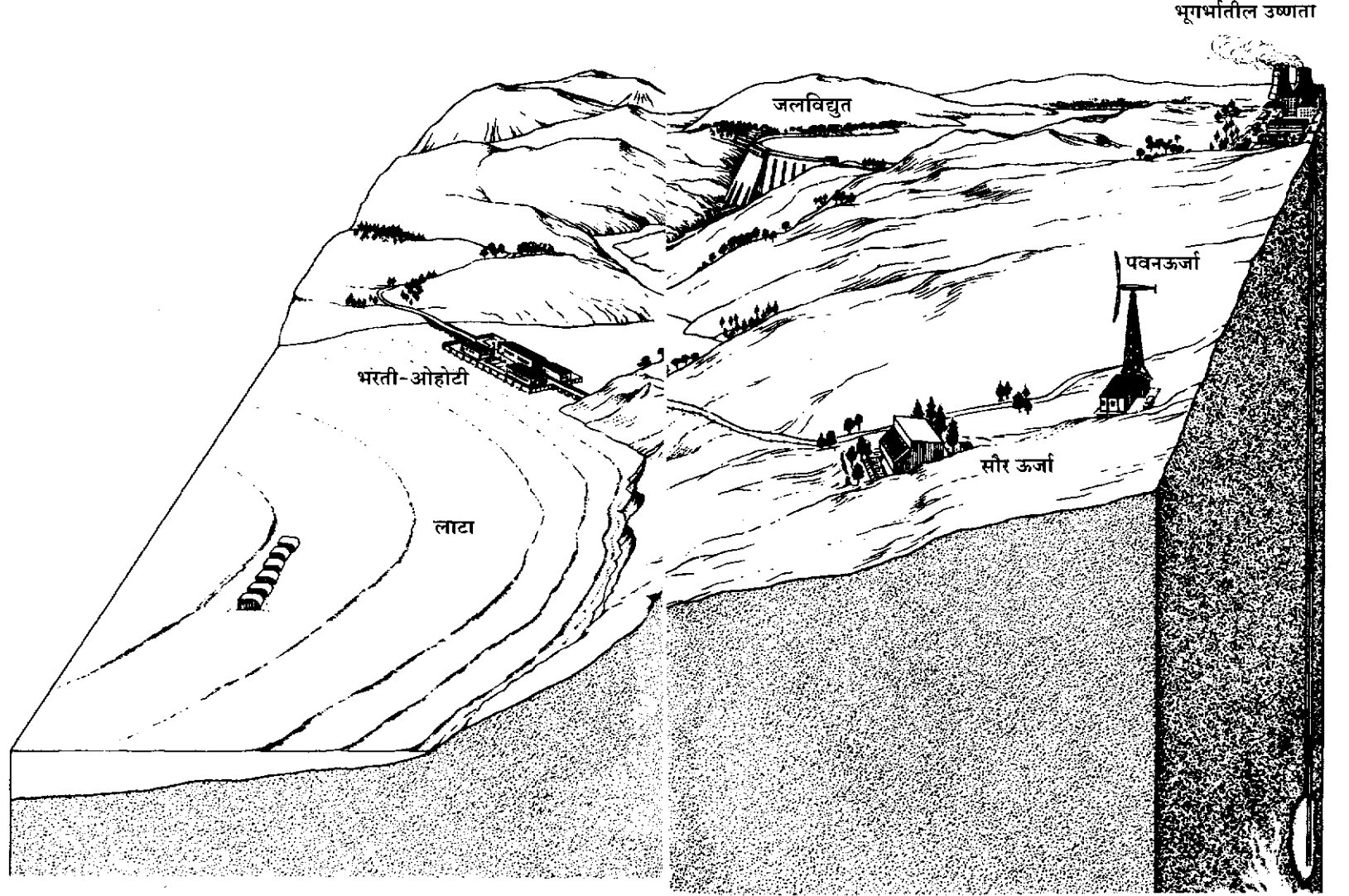
यासाठी काय करता येईल?

कितीही वेळ लागला तरी ऊर्जेचे नवे स्रोत शोधणे आवश्यक आहे. याचाच अर्थ खनिज तेल शक्य तितके जपून वापरले पाहिजे. ते वाया जाऊन चालणार नाही, त्याची बचत करायला हवी.

पेट्रोलच्या कमी वापरात दूरवर जाऊ शकतील अशा लहान

शोधांच्या कथा | खनिजतेल | ४३

ऊर्जेचे इतर स्रोत



४४ । शोधांच्या कथा । खनिजतेल

शोधांच्या कथा । खनिजतेल । ४५



मोटारगाड्या लोकांनी वापरायला हव्यात. एकाच गाडीतून अधिक लोकांनी प्रवास करावा. सार्वजनिक वाहनांचा वापर करावा. अधिक चालावे. घरातून उष्णता अधिक प्रमाणात बाहेर पडणार नाही अशा तऱ्हेची रचना करावी. हिवाळ्यात घरे कमी प्रमाणात उबदार करण्याची आणि उन्हाळ्यात कमी वातानुकूलित करण्याची सवय करावी. प्रवास कमी करावा आणि जवळच्या ठिकाणी सुटीसाठी जावे.

सर्वात महत्वाचा मार्ग म्हणजे लोकसंख्या नियंत्रित करावी. प्रत्येक जणच ऊर्जेचा वापर करतो, आणि अधिक लोक असले की ऊर्जेची गरजही वाढते. पृथ्वीवर आता चारशे कोटीहून अधिक लोक आहेत; ५० वर्षांपूर्वीची लोकसंख्या याच्या अर्धीच होती आणि अजूनही ही संख्या वाढतेच आहे. २००० सालापर्यंत पृथ्वीवर सहाशे कोटी लोक असतील. लोकसंख्या फार झपाट्याने वाढू नये यासाठी शक्य ते सर्व प्रयत्न करावे लागतील.

ऊर्जेच्या बचतीचा आणखी एक महत्वाचा मार्ग म्हणजे जगात शांतता नांदावी यासाठी प्रयत्न करणे. ऊर्जेच्या दृष्टीने युद्ध कल्पनातीत महाग असते. मोठे लष्कर, नौदल आणि हवाई दल यांचा जरी वापर केला नाही तरीदेखील त्यासाठी प्रचंड प्रमाणात ऊर्जेची आवश्यकता असते.

शिवाय, खनिज तेलाच्या विहिरी जरी सर्वात स्वस्त आणि सोयीच्या असल्या तरी खनिजतेल मिळवण्याचा तो काही एकच मार्ग नाही. शतकापूर्वी 'शेल' जातीच्या खडकातून केरोसीन मिळवले जात होते तसे आपण परत मिळवू शकतो.

शेल खडक खणून काढणे कठीण आहे हे तर खरेच आहे; आणि त्यातून हायड्रोकार्बन मिळवण्यासाठी अधिक ऊर्जा, वेळ आणि कष्टही पडतात. शिवाय तेल काढून उरलेल्या शेलचे काय करायचे हा प्रश्नही

आहेच. या सर्वांसाठी जर खात्रीचा उपाय सापडला तर त्यातून मोठ्या प्रमाणावर खनिज तेल मिळू शकेल. कॅनडामध्ये डॅांबर असलेली वाळू आहे त्यातूनही तेल काढता येऊ शकेल.

या सर्व स्रोतांचा जर आपण उपयोग केला तर खनिजतेल सुमारे १०० वर्षे पुरेल.

आपण कोळशाच्या वापराकडे ही परत जाऊ शकतो. खनिजतेलापेक्षा कोळसा विपुल प्रमाणात उपलब्ध आहे आणि तेलाऐवजी अनेक कामांसाठी त्याचा उपयोग होऊ शकेल. कोळशावर अशा तऱ्हेने रासायनिक प्रक्रिया करता येते की त्याचे द्रवरूप इंधनात रूपांतर होईल. अशा द्रवरूप इंधनाला 'कृत्रिम इंधन' असेही म्हणतात. कोळसा अनेक शतके पुरू शकेल.

कोळसा आणि तेल या दोन्हीच्या जळणातील एक अडचण म्हणजे त्यात असणाऱ्या काही थोड्याफार अशुद्ध पदार्थांमुळे, त्यांच्या धुरात, अनेक त्रासदायक आणि अपायकारक रसायने असतात.

जरी यातील अशुद्ध पदार्थ काढून टाकले तरीही कोळसा आणि तेल जळताना कर्बद्विप्राणील वायू (कार्बन डायॉक्साइड) निर्माण होतो आणि तो हवेत साचून राहतो. हवेतील कर्बद्विप्राणील वायू सूर्यप्रकाश शोषून घेतो, त्याने पृथ्वीचे तापमान वाढते. हवेतील थोड्याशा कर्बद्विप्राणील वायूमुळेही पृथ्वीचे हवामान बदलू शकते आणि त्यामुळे फारच मोठ्या अडचणी उत्पन्न होऊ शकतात.

या कारणासाठी कोळसा किंवा खनिजतेल या खेरीज, असे धोके नसणारे ऊर्जेचे इतर स्रोत शोधणे आवश्यक आहे. वारा, वाहते पाणी, लाकूड आणि पालापाचोळा, भरती- ओहोटी, समुद्राच्या लाटा किंवा पृथ्वीच्या अंतरंगातील उष्णता या सर्वांतील ऊर्जेचा वापर करायला हवा. कदाचित यातून आपल्या सर्व गरजा भागणार नाहीत, पण आपण

जर त्यांचा कार्यक्षमतेने वापर करायला शिकलो तर दुसरे काही तरी अधिक चांगले मिळेपर्यंत तरी आपली गरज भागू शकेल.

आपण सर्वस्वी नवे ऊर्जास्रोत वापरू शकू. उदाहरणार्थ, आपण युरेनियमच्या अणूंच्या विभाजनातून निर्माण होणारी अणुशक्ती वापरतच आहोत, पण बऱ्याच लोकांना हे फार धोकादायक वाटते. यामुळे पृथ्वीवर किरणोत्सर्ग पसरू शकेल. हायड्रोजनच्या अणूंच्या एकत्रीकरणातून मिळणारी वेगळ्या प्रकारची अणुऊर्जा ही युरेनियमच्या विभाजनातून मिळणाऱ्या अणुऊर्जेपेक्षा मुबलक प्रमाणात आणि स्वस्तात उपलब्ध होईल असेही शास्त्रज्ञांना वाटते. अजून तरी हायड्रोजनच्या अणूंचे एकत्रीकरण करून त्यातून ऊर्जा कशी मिळवावी हे नीटसे समजलेले नाही.

सूर्य हाही एक महत्त्वाचा ऊर्जास्रोत आहे. पृथ्वीवर भरपूर सूर्यप्रकाश येऊनही वायाच जातो, त्यातून आपली ऊर्जाविषयक गरज पूर्णपणे भागू शकेल. सूर्यप्रकाश वापरण्याचे मार्ग आपल्याला शोधावे लागतील.

कदाचित, पृथ्वीभोवती अंतराळात सूर्यप्रकाश एकत्रित करण्याची काहीतरी यंत्रणा उभारणे आपल्याला शक्य होईल. अशा केंद्रातून 'मायक्रोवेव्हज' नावाच्या सूक्ष्म रेडिओ लहरींच्या स्वरूपात ही ऊर्जा पृथ्वीकडे पाठवली जाऊ शकेल. या 'मायक्रोवेव्हज' चे नंतर विजेत रूपांतर होऊ शकेल.

खनिजतेलाच्या विहिरी आटून जाऊ लागल्या तरीही आपल्या गरजा भागवण्यासाठी आपल्याला करता येण्यासारख्या बऱ्याच गोष्टी आहेत. आपली बुद्धी मात्र आपण शाबूत ठेवायला हवी. जगातील सर्वांनीच यासाठी सहकार्य करायला हवे आणि हे सर्व जोमाने आणि जलदगतीने करायला पाहिजे.

